

令和 3 年 6 月 22 日現在

機関番号：13903

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H01252

研究課題名(和文)身体化ハプティクス：道具の身体適応を促す適切な触覚付与の設計論

研究課題名(英文) Embodiment haptics: Design of adequate tactile function that promotes embodiment of tools

研究代表者

田中 由浩 (Tanaka, Yoshihiro)

名古屋工業大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：90432286

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、道具の身体化を促す触覚付与の設計論の構築を目的とし、具体的対象として腹腔鏡下手術用触診システムおよび触覚付義手の開発を行った。触診システムでは、走査型によるしこり検出、押込み型・把持型による硬さ計測を実現し、センサにより取得した触覚情報を、鉗子操作を妨げずに足や指にフィードバックする方法を検討して、操作性や感度、確信度の向上との関係を示した。義手では、装飾義手と能動義手を対象にして身体認識の向上を目指して、皮膚伝播振動に着目して義手上的の広い範囲で触覚を検出可能にし、小型振動子でフィードバックして触覚を可能にした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で得られた道具の身体化を促す触覚の検出と提示手法は、道具の直感的かつ繊細な動作の実現や、道具を介した触覚や身体認識の拡張をもたらす、使用者のスキルの活用や拡張、および道具性能の引出しをもたらす。また、これらの効果をもたらす触覚提示の方法や位置について得られた知見は、触覚フィードバックの設計自由度を広げ、道具だけでなくアシスト技術や遠隔操作ロボットなどにも応用でき、身体の拡張や代替に関する技術開発の発展にも貢献することができる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to construct a design theory for the tactile function that promotes the embodiment of tools, and we developed palpation systems for laparoscopic surgery and prosthetic hands with tactile function. The scanning typed palpation system enabled lump detection and indentation typed / gripper typed enabled hardness measurement. Tactile feedback to the feet and fingers without interfering with forceps operation was investigated, and enhancement of the operability, sensitivity, and confidence were demonstrated. In the prosthetic hand, aiming to improve body recognition for cosmetic prosthetic and electric prosthetic hands, we focused on skin-propagated vibration and made it possible to detect tactile sensations in a wide range on the prosthetic hand and perceive them by vibrotactile feedback with small actuators.

研究分野：触覚，ロボティクス，メカトロニクス

キーワード：触覚フィードバック 手術支援機器 義手 身体認識 人間機械システム 触覚センサ 振動伝播 感覚運動制御

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

ロボットやVR技術の進展に伴い、道具による身体の拡張や代替に関する技術が世界的に脚光を浴びている。この中で特に注目されているのが触覚技術である。遠隔操作ロボットへの実装も進んでおり、ロボットの手先で検出した圧や振動、温度を操作者が指先で感じることができるようになってきている。手術ロボットについても触覚伝達の研究が盛んに行われており、義手研究では欧米において患者に侵襲的にデバイスを神経接続し、義手に付けた圧センサの情報を神経フィードバックする試みもなされている。これらの多くは触覚の再現を目標にしており、高精度な触覚センサや複雑な触覚ディスプレイの使用、提示部位もセンサと一致する指先にするなど、設計は限定的である。一方、道具による身体の拡張や代替における「道具の身体化」が起これば、手術ロボットや災害ロボットの操縦、アシスト技術などにおいて直感的かつ繊細な動作実現をもたらし、能動・電動義手はもちろん操作を伴わない装飾義手でも、義手(道具)を身体の一部とし感じさせ心身のストレス低減に繋がる。触覚の付与はこのような身体化の価値に貢献し得る。しかし、上述したように不足した感覚として触覚の再現が先行され、身体化のための触覚という必要条件からの設計論がほとんど議論されていない。設計論の構築は、身体化をもたらす有用かつ幅広い設計視野を与え、身体の拡張や代替に関する技術を飛躍的に発展させる。

研究代表者は、触覚の内的特性として双方向性と自己言及性に注目をして触覚インタフェースの開発を行ってきた。双方向性とは、触るという動作と触覚の受容が不可分で相互に影響していることである。これにより人は触覚に応じて運動を調整でき、自身の運動機能と触覚センサ(機械受容器)の性能の両方を対象や目的に応じて最大限引き出している。自己言及性とは、ヒトは触覚で対象を知覚するが、その情報の根源は自身の皮膚変形であり、自身の身体に依拠することである。機械刺激は皮膚によって変換されておりさらに個人差もある。触覚による道具の身体化において、検出される触覚情報は道具依存、提示は各人の皮膚であるため、道具と皮膚を考慮した情報変換と各人にあったチューニングが重要である。

2. 研究の目的

上記の背景から、触覚は対象知覚だけでなく、自身の身体認識や運動制御に大きく関係すると言える。道具における触覚検出と道具使用者への触覚提示は道具の身体化を促し、操作性付与による使用者の能力活用・拡張と道具性能の引出し、さらに身体認識に繋がる。必ずしも精度や臨場感が重要ではなく、「適切な」触覚の検出と提示が必要である。そこで「身体化ハプティクス」として、本研究は、腹腔鏡下手術で触診が行えるシステムおよび義手への触覚付与を具体的開発対象とし、道具の身体化を促す触覚付与の設計論の構築を目的とした。共通基盤の構築と上述の実践的开发を基に内的特性を掘り下げ、設計論を触覚の検出と提示の構成論、個人適合技術、主観モデル評価法、から確立する。

3. 研究の方法

直感操作可能な腹腔鏡下手術用触診システムを走査型、押込み型、把持型について開発し、身体認識を与える触覚付義手を装飾義手と電動義手について開発を行い、これらの研究開発を通して、身体の感度特性や複数の感覚の統合や提示部位などと操作性や身体認識の関係を分析・評価し、道具の身体化を促す触覚付与について検討を行った。

(1) 腹腔鏡下手術用触診システムの開発

先行して開発した臨床適用性に優れる反射音を用いた鉗子型触覚センサ(引用文献①)を活用・改良し、走査型、押込み型、把持型の鉗子先端の力や硬さを計測できる触覚センサプローブを開発する。センサは、シンプルな構造で体内挿入領域には電気的素子もなく安全で、力や接触位置の計測が行える。触覚提示については、鉗子を操作していることを前提にして、操作に干渉しないようにするため、指先だけでなく足や腕など、他の部位にセンサ出力をフィードバックする触覚ディスプレイを開発する。また、硬さについては、人の知覚原理を基に、変位と力、あるいは力分布から計測を試み、このような複数の情報を触覚フィードバックすることで、人が情報統合して知覚できるかについて検討する。これらを組み合わせることで腹腔鏡下で触覚を得ることができる鉗子を開発する。有効性は、腹腔鏡下手術下を模した環境における胃がんモデルなどを対象としたしこり検出や子宮腺筋症モデルを対象とした硬さ計測、あるいは臨床試験によって評価を行う。特に、感度だけでなく操作性、信頼感なども評価することで、道具の身体化について検討する。

(2) 触覚付義手の開発

先行して開発した、皮膚を伝搬する振動を検出することで対象に直接触れながら触覚情報を検出できるセンサ(引用文献②)を応用し、義手の指や手の甲に触覚検知機能を付与する。振動は接触の検知に極めて重要で、なぞることで多様な質感知覚にも寄与している。また、振動伝播

を利用することで少数のセンサ素子で広い面積に対応できる。道具の身体化、特に身体認識では有効である。本研究では、複数の指にセンサを装着し、各指の信号を身体の異なる部位に提示する多指化を進める。触覚ディスプレイについては、小型の振動子を用いて配置位置や装着法などについて検討し、特に、指先の感覚を異なる身体部位で認識する必要があるため、センサ信号のフィードバックにおける強度調整法について検討する。なお開発は身体認識の検証に有効な装飾義手から始め、電動義手に発展させる。

4. 研究成果

(1) 腹腔鏡下手術用触診システムの開発

① 走査型

走査型については、これまで開発してきた触覚センサ（図1）を検出に用いて、触覚提示を検討した。まず、臨床環境を考慮し、滅菌の必要のない、足の甲に鉗子先端で検出した力を提示する方法について検討した（図2左）。触覚ディスプレイには、ボイスコイルモータを使用した。また、しこりの検出においては、計測した力の変動が重要な手がかりであり、センサ出力にハイパスフィルタ処理を施してフィードバックすることとした。この有効性を検討するため、胃癌モデルを対象とした腹腔鏡下模擬環境で、しこり検出の感度およびセンサプローブの押付け力やなぞり速度を計測し、操作性について評価を行った。その結果、触覚提示によるフィードバックがあることでなぞり速度が低下し、操作性は向上するものの、感度については十分には向上しない傾向が得られた。なお、センサ出力情報をモニタ提示すると、検出感度は向上した。ここから、センサ情報としては有効であるものの、触覚をフィードバックする提示部位が鉗子进行操作する手から離れていることにより、運動とセンサ出力との統合が直感的に行えないことを推察した。

足の甲への提示実験を受けて、鉗子操作に干渉しないことも考慮し、鉗子进行操作する手の指に圧力提示する空気圧を用いた指輪型の触覚提示装置を開発した（図2右）。空気圧を刺激手法に用いることで、触覚ディスプレイを軽量化、滅菌、使い捨て可能にできる。位置固定も含めたしこり検出実験を行った結果、触覚フィードバックがあることで有意に感度が向上し、さらに確信度も向上することを示すことができた（図3）。本システムについては、臨床試験も行った。10例の実際の胃癌患者を対象にした臨床試験の結果では、10例のうち9例において、腹腔鏡下手術においてしこり検出が可能であることを示すことができ（1例は、チューブによるしこりを誤認識した）、開発したシステムの有効性が示された（図4）。

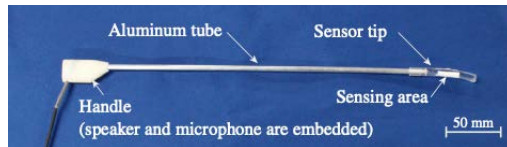


図1 反射音を利用した鉗子型触覚センサ

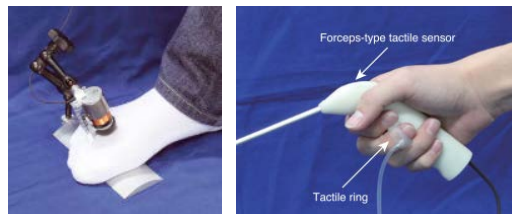


図2 触覚ディスプレイ

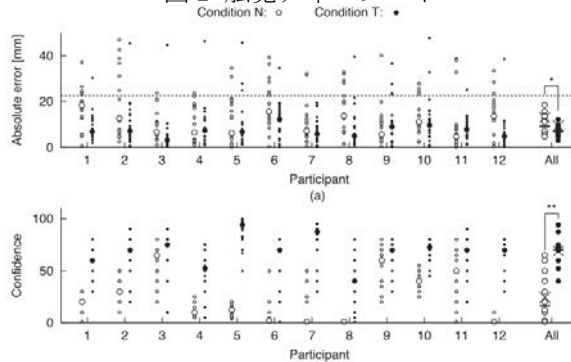


図3 指輪型触覚ディスプレイの有無によるしこり検出感度および確信度

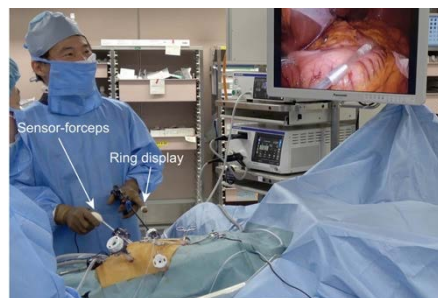


図4 臨床試験の様子

② 押し込み型

硬さを計測できる触覚センサとして、先端に3箇所反射音計測用の音響経路を有するシリコーンゴムを持つセンサプローブを開発した（図5）。接触面の3点の力を取得し力分布を基に硬さを推定する。特に押し込み時の姿勢の影響をセンサ出力が受けることから、ヘルツの接触理論を活用した姿勢補正法を導入した。本センサについて、子宮腺筋症モデルを対象にした腹腔鏡下模擬環境において実験を行った結果、硬さ計測により正常部位と疾患部位に相当する硬さの弁別が可能であることが示された（図6）。



図5 押し込み型触覚センサ（3点の力から硬さを計測）

続いて、この硬さに関わる力分布を触覚フィードバックするデバイスをいくつか検討した。設計自由度を広げる方法として、力分布の情報を圧力と振動により代的に提示する方法を提案し、その実効性を示した。また、力分布を直接反映する方法として、二重構造を有する空気圧式

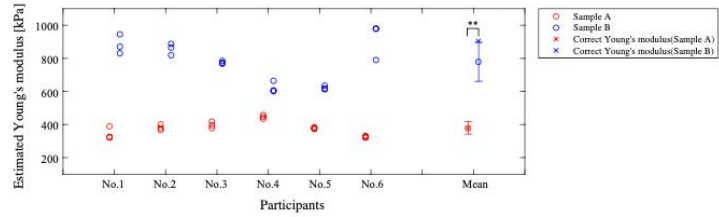
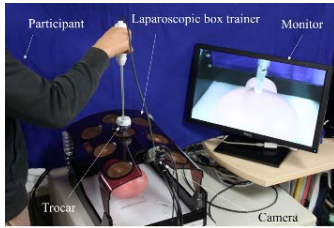


図6 子宮腺筋症モデルに対する硬さ計測実験

触覚ディスプレイを開発した(図7). 特に、力分布の集中と拡散を表現し硬さ提示範囲を広げた触覚フィードバックを可能にし、

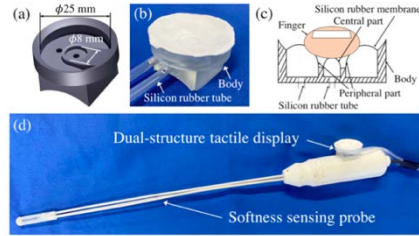


図7 硬さディスプレイ付触覚センサ

走査型の知見を参考に、開発した触覚センサの持ち手部分に本装置を設置する構造とした. 腹腔鏡下模擬環境で硬さの弁別実験を行った結果、触覚フィードバックにより知覚感度の増強、さらに触診時の押込力がフィードバックなしの時と比べて低下することが確認でき、硬さの触覚フィードバックの有効性が示された(図8).

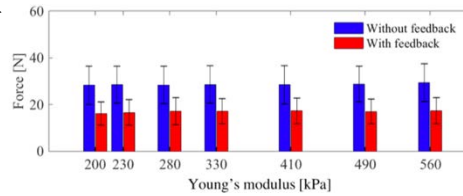
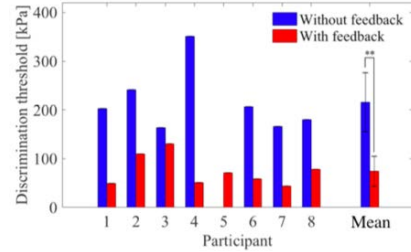


図8 硬さフィードバックの有無による硬さ感度および押込み力

③把持型

これまでに開発した把持型センサに上記の指輪型触覚ディスプレイを統合し、対象に応じて把持力を調整できることを確認した. さらに、本センサを改良して、把持力に加えて押込み量を計測可能とし硬さを評価できるようにした(図9). グリッパーの操作量に応じて音響経路の長さが変化するセンシング部をハンドル部に新たに追加した. 様々な臓器の硬さを模擬した複数の試料に対して、硬さ計測の実験を行った結果、良好に計測を行うことができた(図10). 本センサを上記の硬さ触覚ディスプレイと統合することで、感度や操作性の向上が期待できる.

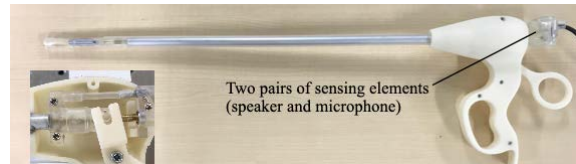


図9 把持型触覚センサ(把持押込みと力から硬さを計測)

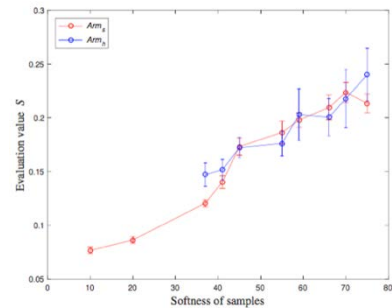


図10 把持型触覚センサによる硬さ計測結果

(2) 触覚付義手の開発

①多指化および装飾義手への触覚付与
身体認識向上のための触覚情報として、広い領域を高感度で検出できる義手上を伝搬する振動に注目した. 適切に検出領域を設計可能にするため、伝搬する振動を遮断する方法の基礎検討を行い、構造的工夫による遮断を見出した(図11). 具体的には、義手の骨格の外周に厚みをつけることで、望まない振動を遮断して義手に配置した触覚センサの受容領域を設計可能にし、複数指に触覚センサを有する装飾義手を開発した. センサ配置については、物体把持や触察、また、自身で自分の手を触る行為から、親指、人差し指、手の甲にセンサを配置することとした.



図11 振動伝播遮断構造とそれを実装した触覚センサ付装飾義手

②感度調整

振動子、加速度、力センサを内蔵し、簡易に計測できるハンドヘルド型の感度計測装置を開発した. これを用いて、手および腕の各部位の振動検出閾値を計測した結果、指先、手の甲、腕の順で特に高周波の振動検出閾値が大きくなることを確認され(図12)、機械受容器の分布量や振動伝搬との関連性が考察された. 続いて、指先や前腕に対し、ウェーバー・フェヒナーの法則を基にした異なる部位で

同程度の感覚を与えるための触刺激強度調整モデルを構築した。実験の結果、指先と前腕で振動刺激に対して検出閾値は異なり個人差も認められるが、同一人物内において指先と前腕でウェィパー比は同程度であることがわかった。そこで、指先および触覚フィードバックを行う前腕などの部位における振動検出閾値を求め、この割合から前腕への触覚フィードバックの強度を増強して指先と同等の感覚値にする方法を提案した(図13)。義手のセンサ出力特性、および自身の指先と提示する前腕部の振動検出閾値から、本手法を義手に展開した結果、義手指先に振動を与え前腕でその振動を感じた時と、自身の指先に同じ振動刺激を与え感じた時とで類似した感度特性が確認された(図14)。このようにして提案の調整法により、義手指先の感覚を自身の指先のように前腕で再現できることが示された。

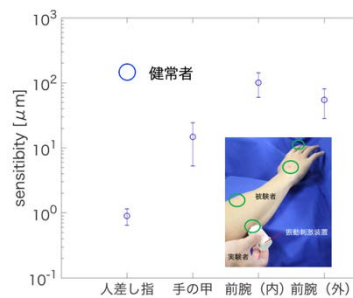


図12 各部位の振動検出閾値



図13 検出閾値に基づく感度調整法

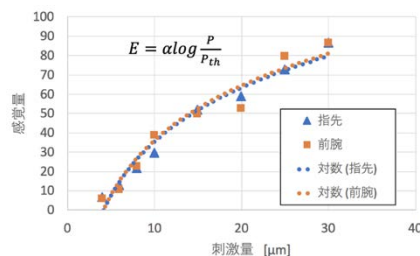


図14 感度調整による実験結果

③電動義手への触覚付与

装飾義手への触覚付与を基に、能動義手へ触覚センサおよび振動子を組み込んだ(図15)。親指、人差し指、手の甲に実装し、触った部位の識別や、電動義手で対象を把持しながら行う作業に関する触覚の識別が触覚提示により良好に行えることを確認した(図16, 表1, 2)。また、振動子の組み込みを検討し、複数の小型振動子をピンバッチの方式で布地に取り付ける方法を提案した。これにより、使用者に応じて触覚フィードバック位置を容易に調整できる。さらに、触覚センサの配置を再検討し、該当箇所への接触に対してより高感度に応答するよう改良を行った。今後、フレキシブル基盤などを利用してアンプを薄型化して義手に内蔵させ、実用性の高い触覚付義手が期待できる。

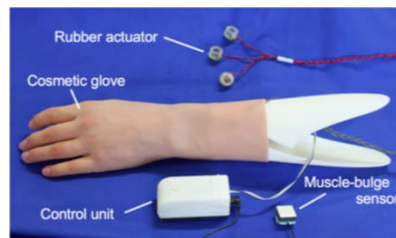


図15 触覚機能付き電動義手

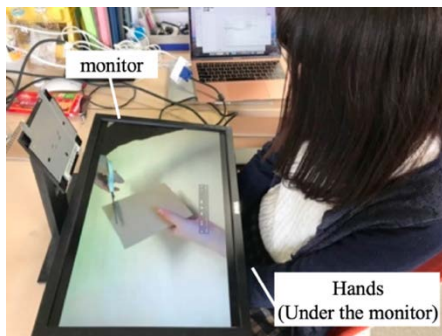


図16 電動義手における触覚識別実験

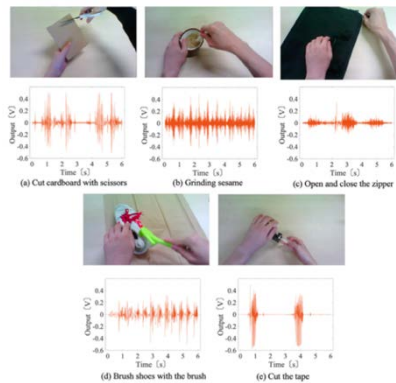


表1 電動義手における接触部位識別結果

response (%)	Thumb	Index finger	Back of the hand	recall
test stimulation				
Thumb	97.5	2.5	0	97.5
Index finger	1.3	98.8	0	98.8
Back of the hand	11.3	7.5	81.3	81.3
precision	88.6	90.8	100	

表2 電動義手における触覚識別実験結果

response (%)	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	recall
test stimulation						
(a) Cut cardboard with scissors	95.8	4.2	0	0	0	95.8
(b) Grinding sesame	0	100	0	0	0	100
(c) Brush shoes with the brush	0	4.2	95.8	0	0	95.8
(d) Cut the tape	0	0	0	100	0	100
(e) Open and close the zipper	4.2	0	0	0	95.8	95.8
precision	95.8	92.3	100	100	100	

<引用文献>

- ① Y. Tanaka, T. Fukuda, M. Fujiwara, A. Sano, Tactile sensor using acoustic reflection for lump detection in laparoscopic surgery. International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, vol. 10, pp. 183-193, 2015. doi: 10.1007/s11548-014-1067-z
- ② Y. Tanaka, D. P. Nguyen, T. Fukuda and A. Sano, Wearable skin vibration sensor using a PVDF film, Proceedings of the 2015 IEEE World Haptics Conference (WHC), 2015, pp. 146-151, 2015. doi: 10.1109/WHC.2015.7177705

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計28件（うち査読付論文 19件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Ly Hoang Hiep, Yoshihiro Tanaka, Tomohiro Fukuda, Akihito Sano	4. 巻 12
2. 論文標題 Grasper having tactile sensing function using acoustic reflection for laparoscopic surgery	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery	6. 最初と最後の頁 1333 ~ 1343
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11548-017-1592-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Tomohiro Udo, Taku Ukai, Yoshihiro Tanaka, Hiroshi Miura, Yukihiro Terada	4. 巻 -
2. 論文標題 A sensory feedback system with pneumatic dual-structure tactile display for softness assessment during laparoscopic surgery	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the World Haptics Conference 2021	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ly Hiep Hoang, Yoshihiro Tanaka, Michitaka Fujiwara	4. 巻 16
2. 論文標題 A tactile sensor using the acoustic reflection principle for assessing the contact force component in laparoscopic tumor localization	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery	6. 最初と最後の頁 289 ~ 299
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11548-020-02294-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Taku Ukai, Yoshihiro Tanaka, Tomohiro Fukuda, Takuma Kajikawa, Hiroshi Miura, Yukihiro Terada	4. 巻 15
2. 論文標題 Softness sensing probe with multiple acoustic paths for laparoscopic surgery	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery	6. 最初と最後の頁 1537 ~ 1547
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11548-020-02207-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 田中由浩	4. 巻 62
2. 論文標題 触覚の情報化が拓く新しいコミュニケーション 身体拡張と身体融合の可能性	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 情報処理	6. 最初と最後の頁 e4 ~ e6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 田中由浩	4. 巻 64
2. 論文標題 触覚テクノロジーの活用価値	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電気ガラス	6. 最初と最後の頁 11 ~ 16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 田中由浩	4. 巻 141
2. 論文標題 触覚の共有・フィードバックによる知覚・運動・身体認識の拡張と応用	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電気学会誌	6. 最初と最後の頁 80 ~ 82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejjournal.141.80	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 藤原道隆, 岩田直樹, 三澤一成, 丹羽由紀子, 高見秀樹, 田中千恵, 小寺泰弘	4. 巻 16
2. 論文標題 VR手術シミュレータの20年と今日的意義	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 VR医学	6. 最初と最後の頁 1 ~ 14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7876/jmvr.16.1	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 藤原道隆, 林雄一郎, 高見秀樹, 田中千恵, 森健策, 小寺 泰弘	4. 巻 75
2. 論文標題 バーチャル・リアリティ手術シミュレータ(VRS)の意義と今後の展望	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 臨床外科	6. 最初と最後の頁 476 ~ 482
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11477/mf.1407212913	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tanaka Chie, Kanda Mitsuro, Funasaka Kohei, Miyahara Ryoji, Murotani Kenta, Tanaka Yuri, Takeda Shigeomi, Kobayashi Daisuke, Hirooka Yoshiki, Fujiwara Michitaka, Goto Hidemi, Kodera Yasuhiro	4. 巻 13
2. 論文標題 Detection of indocyanine green fluorescence to determine tumor location during laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: Results of a prospective study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Asian Journal of Endoscopic Surgery	6. 最初と最後の頁 160 ~ 167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ases.12710	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sakuma Mizuki, Kito Yuki, Tanaka Yoshihiro, Yoshikawa Masahiro, Kawashima Noritaka	4. 巻 -
2. 論文標題 An Electric Cosmetic Prosthetic Hand with Vibrotactile Sense	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC)	6. 最初と最後の頁 4963 ~ 4966
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/EMBC44109.2020.9176080	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Narinobu Odagaki, Masahiro Yoshikawa, Yoshihiro Tanaka, Noritaka Kawashima	4. 巻 -
2. 論文標題 Rehand II: Wire-driven five-fingered electric prosthetic hand utilizing elasticity of a cosmetic glove	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)	6. 最初と最後の頁 6661 ~ 6664
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/EMBC.2019.8856658	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Chie Tanaka, Michitaka Fujiwara, Mitsuro Kanda, Kenta Murotani, Naoki Iwata, Masamichi Hayashi, Daisuke Kobayashi, Suguru Yamada, Yasuhiro Kodera	4. 巻 12
2. 論文標題 Optical trocar access for initial trocar placement in laparoscopic gastrointestinal surgery: A propensity score-matching analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Asian Journal of Endoscopic Surgery	6. 最初と最後の頁 37~42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ases.12484	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Liang Chen, Paul Bentley, Kensaku Mori, Kazunari Misawa, Michitaka Fujiwara, Daniel Rueckert	4. 巻 58
2. 論文標題 Self-supervised learning for medical image analysis using image context restoration	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Medical Image Analysis	6. 最初と最後の頁 101539
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/i.media.2019.101539	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Koki Nakanishi, Mitsuro Kanda, Seiji Ito, Yoshinari Mochizuki, Hitoshi Teramoto, Kiyoshi Ishigure, Toshifumi Murai, Takahiro Asada, Akiharu Ishiyama, Hidenobu Matsushita, Chie Tanaka, Daisuke Kobayashi, Michitaka Fujiwara, Kenta Murotani, Yasuhiro Kodera	4. 巻 22
2. 論文標題 Delay in initiation of postoperative adjuvant chemotherapy with S-1 monotherapy and prognosis for gastric cancer patients: analysis of a multi-institutional dataset	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Gastric Cancer	6. 最初と最後の頁 1215~1225
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10120-019-00961-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yasuhito Suenaga, Mitsuro Kanda, Seiji Ito, Yoshinari Mochizuki, Hitoshi Teramoto, Kiyoshi Ishigure, Toshifumi Murai, Takahiro Asada, Akiharu Ishiyama, Hidenobu Matsushita, Chie Tanaka, Daisuke Kobayashi, Michitaka Fujiwara, Kenta Murotani, Yasuhiro Kodera	4. 巻 11
2. 論文標題 Prognostic significance of perioperative tumor marker levels in stage II/III gastric cancer	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 World Journal of Gastrointestinal Oncology	6. 最初と最後の頁 11~27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4251/wjgo.v11.i1.17	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 藤原道隆, 岩田直樹, 三澤一成, 丹羽由紀子, 高見秀樹, 田中千恵, 小寺泰弘	4. 巻 16
2. 論文標題 VR手術シミュレータの20年と今日的意義	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 VR医学	6. 最初と最後の頁 1~14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 田中千恵, 藤原道隆, 田中由浩, 中西香企, 小寺泰弘, 腹腔鏡下胃切除術におけるシミュレーションとナビゲーションの現状と取り組み	4. 巻 73
2. 論文標題 腹腔鏡下胃切除術におけるシミュレーションとナビゲーションの現状と取り組み	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 手術	6. 最初と最後の頁 1297~1303
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 吉川雅博	4. 巻 47
2. 論文標題 義手開発における3Dプリンタの可能性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 総合リハビリテーション	6. 最初と最後の頁 947~953
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Makiko Natsume, Yoshihiro Tanaka, Astrid M. L. Kappers	4. 巻 14
2. 論文標題 Individual differences in cognitive processing for roughness rating of fine and coarse textures	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0211407
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0211407	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Tomohiro Fukuda, Yoshihiro Tanaka, Astrid M. L. Kappers, Michitaka Fujiwara, Akihito Sano	4. 巻 11
2. 論文標題 A pneumatic tactile ring for instantaneous sensory feedback in laparoscopic tumor localization	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Haptics	6. 最初と最後の頁 485 ~ 497
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TOH.2018.2854753	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Shun Akita, Tomohiro Fukuda, Yoshihiro Tanaka, Michitaka Fujiwara, Akihito Sano	4. 巻 3
2. 論文標題 Frequency-based temperature compensation for a tactile sensor using acoustic reflection	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Robotics and Automation Letters	6. 最初と最後の頁 3529 ~ 3536
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LRA.2018.2853712	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tomohiro Fukuda, Yoshihiro Tanaka, Michitaka Fujiwara, Akihito Sano	4. 巻 5
2. 論文標題 DNN-based assistant in laparoscopic computer-aided palpation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Robotics and AI	6. 最初と最後の頁 Article 71
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/frobt.2018.00071	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yuki Kito, Yoshihiro Tanaka, Noritaka Kawashima, Masahiro Yoshikawa	4. 巻 -
2. 論文標題 Basic design on blocking part of skin-propagated vibration for artificial hand	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the EuroHaptics 2018 Conference	6. 最初と最後の頁 214 ~ 225
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-93399-3_20	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Chie Tanaka, Michitaka Fujiwara, Mitsuro Kanda, Kenta Murotani, Naoki Iwata, Masamichi Hayashi, Daisuke Kobayashi, Suguru Yamada, Yasuhiro Kodera	4. 巻 12
2. 論文標題 Optical trocar access for initial trocar placement in laparoscopic gastrointestinal surgery: A propensity score-matching analysis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Asian Journal of Endoscopic Surgery	6. 最初と最後の頁 37～42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ases.12484	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 田中由浩	4. 巻 63
2. 論文標題 触覚の主観性と身体性, その活用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 システム/制御/情報	6. 最初と最後の頁 17～21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tomohiro Fukuda, Yoshihiro Tanaka, Astrid M.L. Kappers, Michitaka Fujiwara, Akihito Sano	4. 巻 14
2. 論文標題 Visual and tactile feedback for a direct manipulating tactile sensor in laparoscopic palpation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery	6. 最初と最後の頁 e1879
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/rcs.1879	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 吉川雅博	4. 巻 34
2. 論文標題 デジタルファブリケーションツールを活用した義手開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本義肢装具学会誌	6. 最初と最後の頁 1～4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計53件（うち招待講演 26件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 田中由浩
2. 発表標題 触覚の共有とフィードバック技術
3. 学会等名 第126回日本解剖学会総会・全国学術集会 / 第98回日本生理学会大会合同大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 有働智洋, 鶴飼大功, 田中由浩, 三浦広志, 寺田幸弘
2. 発表標題 圧力分布型硬さセンサプロブへの触覚フィードバック機能の付与
3. 学会等名 第21回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田上裕馬, 吉川雅博
2. 発表標題 加速度センシングに基づきユーザの状態に適した動作を生成する装飾用上腕義手
3. 学会等名 第21回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中由浩
2. 発表標題 主観的触覚情報の共有による共創社会
3. 学会等名 科学技術交流財団 新産業創出に向けたマイクロセンサデバイス研究会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大畑桃子, 田中幸平, 田中由浩, 河島則天
2. 発表標題 脳卒中後上肢の痛みが重度であった症例に対する感覚フィードバックを用いた疼痛軽減の試み
3. 学会等名 第18回日本神経理学療法学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐久間瑞季, 田中由浩, 吉川雅博, 河島則天
2. 発表標題 触覚付き電動義手における振動ノイズの解析
3. 学会等名 第18回情報学ワークショップ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中由浩
2. 発表標題 触覚テクノロジーの活用価値
3. 学会等名 電気硝子工業会第53回技術セミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中由浩
2. 発表標題 知覚と運動の双方向性に基づく触覚技術展開
3. 学会等名 日本機械学会年次大会2020先端技術フォーラム (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中由浩
2. 発表標題 アカデミアからみた産学連携経験談
3. 学会等名 第59回日本生体医工学会大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ly Hoang Hiep, Yoshihiro Tanaka
2. 発表標題 Development of a 2-axis tactile sensor using acoustic reflection principle for tumor detection in laparoscopic surgery
3. 学会等名 IEEE Haptics Symposium 2020（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Altantsooj BALJINNYAM, 鶴飼大功, 田中由浩
2. 発表標題 感覚代行による複合的な触覚情報提示の可能性 -圧覚と振動覚を組み合わせた硬さ感提示-
3. 学会等名 第20回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鬼頭勇氣, 佐久間瑞季, 田中由浩, 河島則天, 吉川雅博
2. 発表標題 ウェーバー・フェヒナーの法則を基にした触刺激強度調整モデル
3. 学会等名 第20回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鶴飼大功, 田中由浩, 高橋宣裕
2. 発表標題 反射音を用いた柔軟チューブの触覚センサ化に向けた検討
3. 学会等名 第20回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田上裕馬, 吉川雅博
2. 発表標題 クラッチ機構を用いた電動肘関節を有する装飾用上腕電動義手
3. 学会等名 第20回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐久間瑞季, 鬼頭勇氣, 田中由浩, 河島則天, 吉川雅博
2. 発表標題 適度な知覚のための振動検出閾値と刺激量の関係
3. 学会等名 第24回日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ly Hoang Hiep, 田中由浩
2. 発表標題 複数の検知機能を有する反射音式触覚センサに向けた基礎検討
3. 学会等名 第37回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大石裕也, 田中幸平, 清水言行, 田中由浩, 河島則天
2. 発表標題 視床出血に起因する感覚性運動失調を呈した症例への感覚フィードバック装置による介入効果の検証
3. 学会等名 第3回日本リハビリテーション医学会秋季学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中幸平, 高橋康, 大石裕也, 田中由浩, 河島則天
2. 発表標題 視床出血後重度感覚障害症例に対する感覚フィードバックを用いた筋緊張軽減の試み
3. 学会等名 第17回日本神経理学療法学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中由浩
2. 発表標題 触覚技術とその効果
3. 学会等名 新化学技術推進協会タクスフォース活動主催講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中由浩
2. 発表標題 主観性に基づく触覚の情報化と応用可能性
3. 学会等名 第115回日本精神神経学会学術総会ランチョンセミナー (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中由浩
2. 発表標題 触覚テクノロジー：現象的な触覚の捉え方とその応用
3. 学会等名 京都府中小企業技術センター第3回ものづくり先端技術セミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鬼頭勇氣, 田中由浩, 河島則天, 吉川雅博
2. 発表標題 ヒトの部位別による振動検出閾値の調査
3. 学会等名 第36回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河島則天, 田中由浩
2. 発表標題 脳卒中後感覚障害に対する振動を介した知覚惹起の試み-振動子を介した物体への接触タイミングの認識-
3. 学会等名 LIFE2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小田垣成伸, 赤間勇太, 吉川雅博, 田中由浩, 河島則天
2. 発表標題 装飾グローブの弾性を利用したワイヤ駆動電動義手
3. 学会等名 第19回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鬼頭勇気, 田中由浩, 河島則天, 吉川雅博
2. 発表標題 義手への触覚付与に向けた皮膚伝播振動遮断部の実装
3. 学会等名 第19回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鶴飼大功, 福田智弘, 田中由浩, 三浦広志, 寺田幸弘
2. 発表標題 腹腔鏡下触診システムによる硬さ評価に向けた触覚提示手法の検討
3. 学会等名 第19回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤原道隆
2. 発表標題 医学・医療におけるシミュレーション教育
3. 学会等名 第138回東海産科婦人科学会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤原道隆, 田中由浩, 福田智弘, 神田光郎, 小林大介, 田中千恵, 佐野明人, 小寺泰弘
2. 発表標題 消化管手術ナビゲーションに有効な腹腔鏡下手術用触診システム
3. 学会等名 第118回日本外科学会定期学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshihiro Tanaka
2. 発表標題 Subjective haptics for design, communication, and augmentation
3. 学会等名 Korea-Japan Workshop on Next Generation Robotics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中由浩
2. 発表標題 触覚メカニズムと触覚ディスプレイ
3. 学会等名 IDW '18 チュートリアル(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中由浩
2. 発表標題 触覚技術の医療・福祉分野への応用を目指して - 主観性と身体性に基づくアプローチ
3. 学会等名 センサ&IoTコンソーシアム分科会A(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中由浩
2. 発表標題 人の触覚メカニズムと触感デザイン
3. 学会等名 包装技術協会関西支部セミナー第2回会員フォーラム(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中由浩
2. 発表標題 個人の触覚情報の多様性と活用
3. 学会等名 第32回人工知能学会全国大会0S「質感と感性」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ly Hoang Hiep, 田中由浩, 福田智弘, 佐野明人
2. 発表標題 反射音を用いた触覚センシング機能を有する鉗子の把持力フィードバックに向けた検討
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 秋田駿, 福田智弘, 田中由浩, 藤原道隆, 佐野明人
2. 発表標題 反射音を用いた鉗子型触覚センサにおける温度推定
3. 学会等名 第35回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鬼頭勇氣, 田中由浩, 河島則天, 吉川雅博
2. 発表標題 中間柔軟物による振動伝搬の遮断効果
3. 学会等名 計測自動制御学会第18回システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tomohiro Fukuda, Yoshihiro Tanaka, Michitaka Fujiwara, Akihito Sano
2. 発表標題 A ring-type tactile display with a compact pneumatic drive unit for a laparoscopic palpation system
3. 学会等名 2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藤原道隆, 田中由浩, 福田智弘, 神田光郎, 小林大介, 田中千恵, 小池聖彦, 藤井努, 佐野明人, 小寺泰弘
2. 発表標題 新しい腹腔鏡手術用病変部触診システム
3. 学会等名 第72回日本消化器外科学会総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藤原道隆, 田中由浩, 福田智弘, 神田光郎, 小林大介, 田中千恵, 佐野明人, 小寺泰弘
2. 発表標題 新しい腹腔鏡下手術用鉗子型触診システム
3. 学会等名 第55回日本癌治療学会学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藤原道隆, 田中友理, 高見秀樹, 丹羽由紀子, 神田光郎, 小林大介, 田中千恵, 小池聖彦, 小寺泰弘
2. 発表標題 病変位置ナビゲーションとしての腹腔鏡下手術鉗子型触診システム
3. 学会等名 第79回日本臨床外科学会総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藤原道隆, 田中由浩, 福田智弘, 田中千恵, 小林大介, 神田光郎, 佐野明人, 小寺泰弘
2. 発表標題 新しい腹腔鏡下手術用鉗子型触診システム
3. 学会等名 第90回日本胃癌学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshihiro Tanaka
2. 発表標題 Subjective haptic technology and its applications
3. 学会等名 International Display Workshops 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田中由浩
2. 発表標題 触覚の情報化が拓く医療・福祉機器の新展開
3. 学会等名 ウェルフェア2017 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田中由浩
2. 発表標題 皮膚振動の活用：主観性と身体性を活かした触覚テクノロジー
3. 学会等名 Haptic Design Meetup vol.2: Haptic × (Body) Design (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田中由浩
2. 発表標題 主観性に基づく触覚の記録と伝達、活用について
3. 学会等名 SICE SI部門ロボティクス部会特別講演会「触感とスポーツのテクノロジー」(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田中由浩
2. 発表標題 触覚の主観性に基づく情報化と応用
3. 学会等名 日本機械学会情報・知能・精密機器部門講演会(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中由浩
2. 発表標題 主観的な触覚の使い方-身体性技術の効果-
3. 学会等名 幸田町第28回サイエンスコミュニティ(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河島則天
2. 発表標題 リハビリ領域におけるものづくり - 臨床現場とテクノロジーの親和性 -
3. 学会等名 愛知県産業労働部セミナー(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 河島則天
2. 発表標題 リハビリテーションエンジニアリング
3. 学会等名 ロボットリハビリテーションケア研究大会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 河島則天
2. 発表標題 身体のしくみを理解する - スポーツとリハビリの接点 -
3. 学会等名 中京大学学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉川雅博
2. 発表標題 デジタルファブリケーションを活用した義手開発
3. 学会等名 第33回日本義肢装具学会学術大会シンポジウム-電動・筋電義手のこれから（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉川雅博
2. 発表標題 3Dプリンタで開発する義手
3. 学会等名 第3回実学トワイライトセミナー（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉川雅博
2. 発表標題 3Dプリンタで作る人工の手
3. 学会等名 大阪サイエンスデイ第10回大阪府生徒研究発表会ウルトラレッスン（招待講演）
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Michitaka Fujiwara, Yoshihiro Tanaka, Tomohiro Fukuda	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Springer Singapore	5. 総ページ数 pp.17-26/131
3. 書名 Forceps-type palpation system for laparoscopic surgery, Surgery and Operating Room Innovation (Editors: Seiichi Takenoshita, Hiroshi Yasuhara)	

1. 著者名 藤原道隆	4. 発行年 2018年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 552
3. 書名 VR/AR技術の開発動向と最新事例, 第11章第3節 臨床技能教育・訓練 - 主に手術トレーニングにおけるVRシミュレーションの現状	

〔産業財産権〕

〔その他〕

Robotics Lab, Nagoya Institute of Technology http://rah.web.nitech.ac.jp

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	河島 則天 (Kawashima Noritaka) (30392195)	国立障害者リハビリテーションセンター(研究所)・研究所 運動機能系障害研究部・研究室長 (82404)	
研究分担者	吉川 雅博 (Yoshikawa Masahiro) (40584511)	大阪工業大学・ロボティクス&デザイン工学部・准教授 (34406)	
研究分担者	藤原 道隆 (Fujiwara Michitaka) (70378222)	名古屋大学・医学部附属病院・病院教授 (13901)	
研究分担者	佐野 明人 (Sano Akihito) (80196295)	名古屋工業大学・工学(系)研究科(研究院)・教授 (13903)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
イタリア	シエナ大学		
オランダ	アムステルダム自由大学		